

## 抄 録

### 2) 耐火材料並に燃料及驗熱

黒鉛坩堝永持法 50 則 (Edmund R. Thews, Foundry Trade Journal, Vol. 59, No. 1149, 1938) 新坩堝に就て (1) 先づ傷をつけぬこと。(2) 暖い乾燥した風通しのよい場所に置くこと。(3) 貯蔵には、直接に地上には置かず、少くとも地上 20" の高さの棚に置くこと。(4) 使用前少くとも 2 週間貯蔵すること、これは餘剰濕氣を去る爲なり、勿論加熱によりても或部分の濕氣はとることが出来るが。(5) もし古反射爐とか、使用せぬ中子乾燥爐等を使用出来るときは、低温乾燥を行ふこと。現に使用中の中子乾燥爐で行てはならぬ、坩堝は 100°C 以上の高温に於ても濕氣を吸収する。(6) 乾燥温度は 120~135°C、時間は 24 hrs が適当なり、この後、徐々に 400°C まで温度を上ぐるもよし。(7) 上塗りしてあるものは、濕氣の吸収量は少ないが尙ほ乾燥を要す。このものが濕氣を吸収せる場合の乾燥には、上塗りなきものに比し長時間を要す。(8) ともかくすべての新坩堝は濕氣を有するものとして乾燥を行ふべし、不時の災害を免れる。

新坩堝の最初の加熱に就て (9) 新坩堝は乾燥後と雖も、白熱のコークス上に載せざること。冷い坩堝爐にて中大のコークスを以て包み、700°C 迄徐々に熱し、以下、白熱温度迄速かに温度を上ぐべし(壁の表面が一部熔け、上塗りの役をなすに至る前に黒鉛の損失するを防ぐ爲)。(10) 上塗りあるものは白熱温度まで徐熱するを要す。(11) 新坩堝を高温の爐に裝備するを要するときは、出来得れば、他の爐にて 700°C まで徐熱し、後これを移すもよし、然し、この時爐温を少しく下ぐるを要す。(12) 白熱温度まで加熱されたる新坩堝を直ちに、爐より出すべからず、冷金屬をチャージすべからず、温度を赤熱温度まで下げ、200~260°C に豫熱せる金屬をチャージすべし、最初 2~3 回はチャージを半量にすべし黒鉛坩堝の最大強度は數回の熔解の後に得られる。(13) 上塗りあるものは一般に強度大であるが、尙ほ最大壽命と効率をあげる爲に、取扱に上記の注意を要す。(14) 上記は、油一、ガス一、コークス一燃焼坩堝爐の全部の場合に適用する。新坩堝を用ふるときは、油或はガスの焰をこれにあてぬやうにすること。(1)~(14) までの法則を守るならば熔解回数に於て 10~50% の増加を見るべし。(15) 新坩堝に非ざるものも、濕氣は絶対に禁物と心得べし、長期間貯蔵せる坩堝は新品と同様の乾燥を要す。(16) 10~50 回熔解を済みたる坩堝と雖も、白熱コークスに冷坩堝を載せることは、なるべく避けし、冷坩堝はチャージ前爐の端部に置いて 120°C 位まで豫熱せば、壽命は著しく伸びる。

坩堝爐の條件 (17) 爐内にては坩堝は充分廣い、平らな、水平の石臺上に置くを要する。臺の幅は坩堝底より兩側各と 1/2~2/3" 大なるものとし、坩堝と臺の間にコークス片などなきやう。但し高熱時に坩堝の底が臺に固着するを防ぐ爲、豫め石炭粉末にて坩堝底を包むとよし、此の石炭粉末は冷い坩堝底の急熱を防ぐ效がある。(18) 坩堝臺は中空或はアーチ型とする。加熱平均を期する爲なり。(19) 爐の大きさは坩堝に對し、適當なるを要す。大小何れに過ぐるも大なる損失あり。(20) 爐は又坩堝の形に應じ適當な形

を有せざるべからず。(19)、(20) 何れも、燃料、熔解時間、其他に著しき影響あり。(21) 加熱の平均を期する爲、坩堝は爐の絶對中央に置くを要す。(22) 坩堝壁と爐壁との間隔は 4~5" 坩堝底より爐底までは 6~10" を適當とする。(23) 坩堝の上縁はガス抜孔の下縁より上にあつてはいけない。風の流通状態を悪くする。(24) 傾注式坩堝爐にありては、坩堝は正確寸法の楔石材にて定位置に固定さすを要す。傾注時に熱坩堝の破壊せざるやう。尙ほ坩堝や爐内材料の熱膨張を考慮すること。

コークスに就て (25) コークスの大きさは 1 1/2~2 1/2" がよし。(26) コークスの灰分は 6.5~7% 以下、水分、硫黄分は極少なるを要す。故にガスコークスは不適當なり、コークスは雨や濕氣のなき所に貯蔵し、空氣乾燥を行ひ、使用するものとす。濕たコークスは坩堝を割らす、微粒コークスやコークス塵は篩別し去るがよし、實際燃焼時の燃焼カロリー値は少くとも 12,500~13,000 B. T. U. なるを要す。(27) ガス或は油燃焼式のものにありても、燃料は硫黄分少きものを用ふること。尙ほ黒鉛の酸化を少くする爲、燃焼は僅か還元性にするがよし。(28) 高熱坩堝にチャージすべからず、實際にて適當なる温度は 700°C 位なり。(30) 金屬片、殊に鋭い端を有するものをチャージすべからず、又大型の金屬など膨張して坩堝を破ることある故注意を要す。(31) 出来るなら、豫熱せるチャージのみを用ひたい。大型のものは爐端に置くとか、他の熱部に置くことよし、豫熱は殊に大型のものには缺かさねない。坩堝の上に、古坩堝の底を抜いたものをのせて豫熱の用にするもよし。(32) 熔解、注湯は可成速かに行ふを可とす。(33) 金屬細片等は、酸化し易い故、最初に坩堝に入れざること。酸化物や、酸化スラッグは坩堝材を侵す。金屬細片、旋盤切粉等を大量に熔解する場合は、豫め適當量の熔湯を作り置いてチャージすること。

フラックスに就て (34) 熔湯の保護、精製の爲にフラックスを用ふる時は、金屬チャージ前の空の坩堝に入れざること、豫めフラックスを入れ置く要ある場合には、少量の熔湯を作りたる後にすべし。勿論木炭等は空の坩堝に入るも、差支なし。(35) 中空或は複雑なる格好のものをチャージする場合は、中に水分なきことを確むること、殊に熔湯にチャージする如き場合は然り、150°~200°C に豫熱するとよし、水分は僅かにても爆發することあり。(36) 坩堝壁面に引搔傷を與ふる如き鋭端鋼棒を用ひざること。(37) 大抵の黒鉛坩堝の破壊するは、不適當なるトングを使用した時なり、トングの掴みの部分は坩堝の外周にピッタリ合ふ如くすること。

高温状態にある坩堝の取扱に就て (38) トングにて坩堝を掴む前にトングと坩堝との間に金屬片或は硬いスラッグ等の挟まつて居ないことを確めること。(39) 高温の坩堝は、鐵板或は冷砂上に置くべからず、石棉或は耐火粘土板を敷くとよし坩堝底を急冷すると割れが入り易い。砂上に置くと、砂が固着し、坩堝底部の形を害し、爐に据付けた時等安定せざる様になる。坩堝臺として石棉板が最善なり。(40) 鑄型準備基はざるに、坩堝を爐より出すべからず (41) 少量なりとも、坩堝内にて金屬を凝固せしむる勿れ、冷却時の收縮と、次期加熱時の膨脹により坩堝壁は害はる。(42) スラッグ、ドロップ、フラックスも坩堝内に凝固せしむる勿れ、注湯後

直ちに、坩堝壁面を傷つけざる様に、掻き出すを要す。(43)水分附着しをる鋼棒にて壁面附着物等を刮り取るが如きは最も禁すべきなり。(44)熱坩堝は注湯後直ちに、爐に返すこと、空の坩堝が爐外にて完全冷却されると、壽命が半分になる。(45)坩堝を冷却する場合は徐冷を旨とすべし。

古坩堝の取扱に就て (46)冷坩堝は直ちに、缺陷、附着物の有無を検する。壁面に一樣に附着せるスラッグは取らぬこと、これは坩堝壁を保護する。他の附着物等は取去るを要す。(47)坩堝壁面の傷部には、粘土-黒鉛塊物で補填修繕を行ふ、清浄なる坩堝材細粉と水硝子との混合物を用ひてもよし。この際、豫め傷部は充分清浄にするを要す。(48)修繕せる坩堝は、新坩堝と同様の乾燥を要す。(49)トンガ、爐、火床、作業棒、其他の道具等は始終清浄にし、よく整へて置くこと。(50)古い、用済の坩堝は(31)の如くチャージ豫熱用に用ふるも可。熱絶縁物として用ひても可、他に利用法は種々考へらるべし。(S. O.)

### 3) 銑鐵及鐵合金の製造

熔鑪に於ける研究の進歩 (Fortune, J. B, M. Sc., M. I. Mech. E, Iron & Steel Vol. XII. No. 13 August, 1939) 組織された熔鑪研究の歴史は工業の燃料問題を研究するために1924年燃料部が結成された時、即ち鐵鋼製造者の國內聯合時代の初期に遡る。1930年にはこの部の範圍は廣められイギリス鐵鋼協會の技術部になつた。その燃料經濟委員會は高爐、平爐、歴延ミル委員會で置き替へられた。豫期された研究題目は非常に膨大で母體から分けて組織する必要がある。この各々はその特殊研究に責任を有ちその発見は大高爐委員會に知らせ又之により統制されてゐる。達成された仕事で最も重要な結果は鐵鋼研究所を通じて工業雜誌に報告された。

第1圖は高爐研究を指導してゐる組織化された現在の委員會を圖に示したものである。各委員會は協會の主な會社の技術代表者、著名な科學者、技術部の役員から成立してゐる。

第1圖 熔鑪研究を指導してゐる委員會の組織

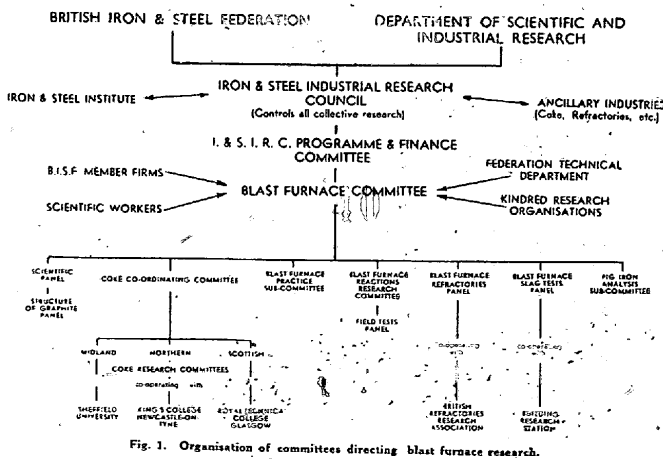


Fig. 1. Organisation of committees directing blast furnace research.

次に研究された更に重要な問題の説明が記されてゐる。

コークスの研究 消費を少なくするためにコークスの質を改良することは常に銑鐵製造に於て最も重要な研究部門である。この目的の爲3つの地方委員會が10年以上もコークス研究を行つてゐる。第1圖よりどの分れた仕事も Coke-Coordinating Committee に影響されてゐることがわかる。3つの總ての委員會は必然的に長い間日常の試験や局部的の問題に貢献した。而も之に加ふるに科學研究

目錄の上にも世界的重要さを持つてゐる根本問題にも入り込んでゐる。

Midland のコークス研究委員會は1930年にその最初の研究結果を“高爐用コークス”と題して R. A. Mott & R. V. Wheeler が發表して賞讃を博した。これは今迄の中で最も良く題を表はしたものである。この年の秋に第2巻が之に續いた。之は“コークスの質”と題するものでこの中間の期に完成した研究を總て報告してゐる。而も之は前と同等の價値を持つてゐる。

英國の製鐵業中心地 Midlands の重要さの増加により良質の冶金用コークスの需要が一年一年と増大しつつある。而も最も重要なことは Midlands のコークスが Durham や South Wales のコークスに比して劣ることが物理的質の改良により打勝たるべくあることである。膨大なコークスの需要は劣性な粉炭や粉炭よりコークスを作る能力のない粒炭の使用を餘儀なくせしめた。かくして良質の Midlands コークスを生産する問題は一層強められた。Midlands 研究委員會はこの大問題に達する一般的方法は選んだ石炭を實驗用爐で系統的に試験し之と同時に實驗室でも試験することで、之は出來たコークスの質と同時に石炭の質と正確に正すであらうと考へた。

コークスの製造 今日の進んだ研究所の調査は次の様に分類される：(1) コークスを作るための石炭の分類、石炭の究極的分析の發熱量價に關する Dulong の式の誤差は吟味されてゐる。

即ち揮發性物質と究極的分析の關係から既にだされた式と共に訂正された Dulong の式は一方に揮發性物質とカロリー價、他方に炭素と水素含量の間の關係に適用されると推定してゐる。かくして石炭を揮發性物質とカロリー價或は炭素と水素で分類することが出来る。この二つの分類間の關係が確かに正しいと推定されるので石炭の分類は揮發性物質とカロリー價の易く得られた記録を採用するとき非常に容易になされる。

(2) 石炭の混入物がコークス質に及ぼす影響を決定する研究所試験の發達。

(3) 異な温度に加熱した單獨又は未知石炭との混成石炭の場合の研究に標準化された研究所試験の適用。

(4) コークス中灰の組成。

(5) コークス化試験の研究所的研究。試験法は Koppers, Nadelmann と爐壁を破損し勝ちな石炭を調べて石炭を認識させた Baum Henser の方法として知られてゐる。又修正した Koppers の標準試験法が今日用ひられてゐる。此は更に明瞭な曲線や、信用ある結果を與へる様である。

實驗用爐の試験を示せば：—

(a) durain と Fusain の瀝青炭のコークス化能率に及ぼす影響を示すことと、かくして研究所的試験との相互關係を得ること。

(b) 混入物の影響の決定。

(c) 特別な石炭からコークス質を改良すること、又石炭の大きさコークス化速度、他の石炭或は durain, fusain, コークス粒、ピツチ、タル等の混合物の影響を定めること。

コークス試験 研究は創磨試験に又創磨率を決めることに進められてゐる。この仕事には高爐中でコークスから灰を作る際に違ふ鑛石の影響を見出す仕事に伴ふ。屢々違つた爐の狀件に適した最大創磨率を定めることが望まれる。市場のコークスを物理性質で分類する企も又爐中の劣等なコークスの凝離を避ける様にコークスをグループ毎に貯藏し又食はせる効果を研究する企等が行はれてゐる。

コークスの燃焼 爐壁に垂直と水平な面の兩方と爐の中心から壁に向ふガス通路のコークス中の透過率の研究が行はれてゐる。透過率の割目に對する關係も調べられ、研究はコークス塊の燃焼なる基礎現象の上に進められてゐる。破碎率の價は出来るだけ標準化された條件の元で熔鑛爐中で他の率のコークスの作用とを比較することに證明されると推定される。

地方コークス研究委員會 この會は非常に重要な結果を與へる様な長い術語の題目を持てゐる。固態炭素の化學に亘る基礎的研究と共にグラフィイトの構造の遺漏なき研究は進みその結果は時々發表されてゐる。我々の石炭とコークスの構造の考へは大變不完全で、我々が有益な炭化の基礎構造を完全にすることは數年の目覺ましい研究を要するであらう。最も興味ある發達は過去數年の石炭とコークス構造へのX線技術の完全な應用である。結晶構造記録が石炭の特に數種のコークスのX線放射寫眞から集められた。又之と同様な方法が灰の分配とその割目に及ぼす影響の研究に利用されてゐる。此等の例は比較的最近重要な知せを與へたX線試験の力を例證してゐる。

然し乍ら地方委員會の主な研究はコークス化過程の基礎的研究にあるが、現在の我々の智識は大いに違つた温度で作られたコークスの化學的性質に基づいてゐる。此は主に質的であるが又炭化の量的測定を與へる新しい方法を豫測してゐる。炭素を色々な温度、加熱率、加熱時間で純粹な纖維素より作り、出來た雛形をX線分析にかける。この方法により結晶の大きさや形を計ることが可能で、更に結晶の構成が由來する炭化條件を確立し得る。

Micro-strength apparatus を使用すればコークスの機械力が壓力、温度、コークス化率、コークス化時間に及ぼす影響を決定し得るのである。同様な方法を利用することにより地方コークス研究委員會は今や石炭のコークスになる性質に對する物理的、化學的取扱ひの効果や、混合物への研究に手を擴げてゐる。

スコットランドコークス研究委員會 この會は今日燃焼率の影響を研究する小目盛試験の上に集中してゐる。固態燃料の變移に關する數學的法則を正確に決定するための基本としての市場コークスが明らかに缺乏してゐるため衆知の再び作られる條件の元で一様な試験片としてのコークスを作る必要がある。現にこの問題に於ける困難にうまく打勝つことが出來て將に行はれてゐる試験は燃焼率が次のものに及ぼす影響を決定せんとしてゐる：—

- (a) コークスを作る最高温度
- (b) かゝる温度に於ける加熱時間
- (c) 炭化率
- (d) 石炭粒の大きさ。

スコットランドコークス研究委員會は亦コークスの強弱試験の新しい器械を完成してゐる。

純正科學的研究 科學委員會は1936年に熔鑛爐の過程の種々な物理的、化學的觀點から、この工業にもつと直接の重要性を持た純正科學的研究の適當な題目を公式化するために作られた。この結果としてその生立は後に述べる化學的問題に加ふるに、ガスの流と熱の移動の物理問題の上になされた、破れた圓柱固體を通ずるガスの道を支配してゐる法則や、流の抵抗のガス速度、固體特有の大きさ、形、面との關係よりガス流研究は近かつきつゝある。同様な方法で破れた固體柱の間の熱移動とその間を流れるガスの流はガス速度、固體の大きさ、形、熱傳導度、比熱の影響を總べる法則を調らべる事により研究されてゐる。球狀固體の場合は、他の形の場合も之に順ぜしめて、問題を簡單にするに用ひられてゐる。その得られた結果を表はす様に提出された簡單な式は實際の計算に役立つのである。

更に小さな形の模型の中で、高爐の shaft, stove と蓄熱器中の物理的過程を調らべる事によりこの研究を續けることが望まれてゐる。

この研究と結んで爐の下がつてゆく負荷中の物質配分を決定する因子の研究がある。次の諸因子の影響は決定されてゐる：—

- (a) 材料の大きさ
- (b) 材料の密度
- (c) 違つた密度の材料の相對比
- (d) 材料の下降角度
- (e) 爐の線と ratio of bell diameter to stock line diameter.

かかる研究結果が大規模な試験で證明されるならば爐の設計や作用に重大なる價值がある一方實際の實驗の結果を是正する記録を與へるものと評價されてゐる。

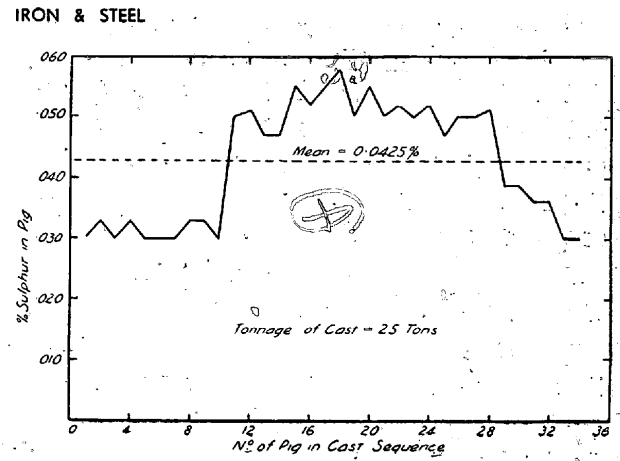
反應の研究 此の研究は12年以上の間發展し續けてゐる。而もその結果の故に死ぬ迄研究を指導された故 W. A. Bone 教授に多くの名譽が與へられよ。此の研究は夫自身の主な目的を持てゐる：—

- (a) 熔鑛爐のガスと鑛石の平衡に關する研究。
- (b) 鐵鑛石の還元機構と鐵鑛石の還元率。

既に5つの報告が發表され今やこの研究は石灰石の還元反應速度と爐床の凝固した相の反應に及ぼす効果に向けられてゐる。高爐ガスによる還元作用が全體として無視し得る様な温度の發見や一酸化炭素、コークス、炭化鐵、珪素による還元作用の研究が問題になつてゐる。更に最近コークスの研究に用ひられたX線分析の方法によつて研究されてゐる。

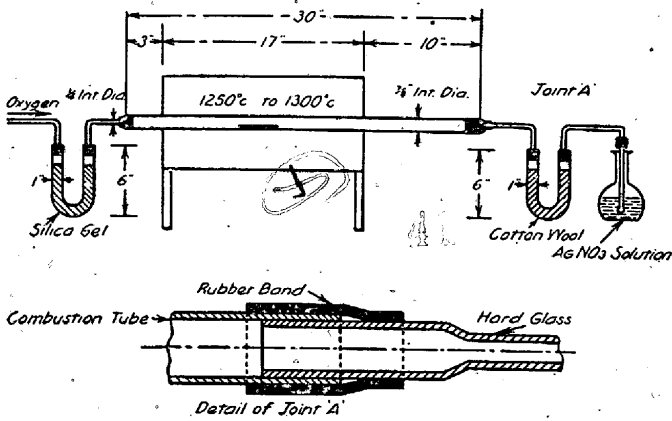
爐床 爐内反應の純正科學的研究は爐の stack の形や實際に起る反應を調らべる目的の特別な爐での現場試験が伴はれる。bosh と hearth の研究が同様な方法で出來ない限り、今日では學會の注目がこの問題に向けられてゐる。此の研究に適當な技術が工夫される時流出物を通しての鐵と鑛滓との組成變化の研究がなされる。この變化に考へられる作用因子はよく知られてゐる。第2圖は爐が普通に作業してゐる時流れの上にて起る硫黃含量の範圍を示すものである。多くの試験は既に硫黃變化の辿る不規則な線を示してゐる、即ちその線は流出中増加したり、減少したりして流出の途中で最高或は最低になる。接觸してゐる鑛滓の此の變化に及ぼす影響も又研究され、鑛滓中の硫黃も亦違ふ事實が確められた。

第2圖 硫黃含量の變化



此の事に關する突き進んだ仕事は、此の研究に要求される高度の正確さに適した非金屬分析の基礎方法に待たねばならない。かゝる方法は著名な工業研究所で更に進んで實際の仕事に採用される前に精確に試みられてゐる。此の事に關する論は硫黃測定のための燃焼

第3圖 硫黄測定用燃焼器



装置を使用してなされる。此の器械の外観は第3圖に示されてゐる。

かくして試料は速い酸素流の中で 1,250°C 以上の温度で燃やされ、硫黄は燃焼中に SO<sub>2</sub> として放出され、之は次に methyl red を指示薬として加へた N/50 硝酸銀中性溶液に吸収される。かくして出来た遊離硝酸は規定苛性曹達液で滴定される。比較的最近の發達によれば確かな準備がなされるなら此の方法は驚く程確である。故に之は正確な測定に適してゐるばかりでなく、非常に速い利點がある。即ち測定は唯3分半か4分しか要しないので之は何回も繰返す仕事に値打がある。

銑鐵中の非金属含有物 ブリテン銑鐵研究協會は他の見地から銑鐵を研究してゐる。鐵の品質として知られてゐる所謂性質の理論的説明は長い間必要とされてゐた。而もその答は現存する非金属含有物の性質と量に見出されるものと考へられてゐる。此の研究は適當な方法が有用されない限り不可能である。アルコール性沃素、鹽素を用ひる方法は兩方とも、前者は磷の邪魔になり、後の方法ではグラファイト炭素が存在する時のマンガンの作用で不適當なことが見出された。

新しい液状沃素法が苦心して作られた。之は最も正しい豫想値をだすもので、之から銑鐵中の酸化物含量の決定に信頼出来る方法が確立されてゐる。今や各種の銑鐵が調べられその非金属含有物について得られた結果を比較すれば非常に興味ある事であらう。

鑛滓系 高爐と平爐に見出される鑛滓系の組成と性質は R Hay 教授指導下の Glasgow 王立工業大學の研究題目である。

現在次の系統が熱的に又顯微鏡的方法で探究されてゐる：—

- (1) FeO-SiO<sub>2</sub>                      (2) MnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>
- (3) FeO-MnO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>

粘性測定により更に次のものが研究されてゐる：—

- (1) CaO-SiO<sub>2</sub>                      (2) CaO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>

後の系では熔鑛爐の現在でぶつかる普通の總ての組成を網羅する迄に研究は進んでゐる。

高爐滓の利用 軽いコンクリート材料としての foamed 高爐滓の適用性の研究は建築物研究會との連絡のもとで行はれてゐる。I. & S. I. 特報 No. 19 に報告されてゐる仕事は今や違つた組成を持たコンクリートの 1 yd<sup>3</sup> の強さと重さの記録を準備することで完成される。

この仕事が完成した後の研究はコンクリート材料や道路舗装材料として用ひられた空冷鑛滓の改良法、利用法に集中されてゐる。各調査には集めた試料の上に物理的性、鑛滓コンクリートの強さ、耐

久力、容積安定率の測定を含む研究試験が伴はれる。又次の記録に鑛滓の道路試験を述べると發表してゐる。

耐火物 理解し得る報告が丁度出版されてゐる (I. & S. I. 特報 No. 26) それは高爐耐火材研究會 (Panel) の完全な研究を取扱てゐる。吹き終つた爐の裏付の調査に續けられ又冷却する或は冷さない兩方の場合に stack の裏付の中の温度異常を決定する様研究されてゐる。今日では爐の裏付に穴をあけて得られた試料及現場試験の特徴たる stove から取られた試料の研究が進められてゐる。

之に伴ふ實驗研究題目は次のもの研究に續けられてゐる：—

- (1) アルカリ化合物の耐火煉瓦に及ぼす影響
- (2) 耐火煉瓦の接合劑
- (3) 耐火物間の反應と鑛滓
- (4) 耐火煉瓦の荷重試験の研究
- (5) 適當な爐床耐火煉瓦 (S. O.)

銑鐵の脱炭に依る製鋼法 (Kolling, B.: Foundry Trade Journal Oct. 5, 1939, p. 231) 本法は銑鐵から鋼を造るに直接銑鐵を熔解せず之を粒狀にして脱炭せしめ、而も脱炭劑には從來行はれてゐる様な酸化鐵を使はず炭酸ガスに依て廻轉爐中で連續操業で製造する新方法を述べたもので、一名之を R. K. 法と呼ぶ。

從來の鑛石法は非常な缺點が有る。其れは此の種製造は連續操業を可とし且又操業中装入物が凝結したり爐壁に固着したりせずに爐中で絶えず運動して居る事が必要で有るが銑鐵石は 1,000°C 位でシッターするから之以上に熱を上げる事が出来ないし又銑鐵中の C は銑鐵石と吸熱反應をやるから當然の加熱量より尙餘分の熱量を要するが、之に反して炭酸ガスを使用し而も C のみが酸化されて Fe は少しも酸化されない様な割合に CO と CO<sub>2</sub> を混合して脱炭劑に用れば前者の如く装入物がシッターする事なしに一層の高温度に加熱し得られるから速く反應が完結し而も反應ガスを利用する時發熱反應と成るから一層有利である。

脱炭速度を理論的に計算するには脱炭作用は C がオーステナイト中を擴散して銑鐵の表面に出で此處で CO<sub>2</sub> + C → 2CO なる反應に依て連續的に除去されるものと假定を置く。從て擴散速度はオーステナイト中の單位長さに於ける C% の減少に比例し、表面層の C% が低い程よく脱炭する。處で此の表面層の C% は表面の C と CO<sub>2</sub> との反應速度と之に依て生じた CO の逃散速度とに依て決まる。以上の假定の元に脱炭速度を Dünwald Wagner の式から算出される。A=銑鐵最初の C%, B=表面に於ける平衡 C%, C=時間に依る平均 C%, t=擴散時間, R=粒狀銑の半径, D=擴散係數 = 3.7 × 10<sup>-7</sup> / cm<sup>2</sup> / sec at 1,000°C とすれば

$$(C-B)/(A-B) = \frac{6}{\pi^2} \cdot e^{-\frac{\pi^2 D t}{R^2}} \quad \text{但し } t > \frac{R^2}{2\pi^2 D}$$

今粒狀銑の直径を 3mm, 最初の C% を 1.5%, 平衡濃度を 0.02% C とすれば上式から各脱炭時間に於ける脱炭銑の平均濃度は次の通りに成る。

脱炭時間 (hr)	1	2	4	8
平均濃度 (C%)	0.50	0.30	0.11	0.03

但し上式は 1.5% C 以上のものには正確を期し難い。此の式に見る如く脱炭時間は粒狀銑の半径の平方に比例するものであるから注意を要する。

Si 及 Mn は Fe よりも O<sub>2</sub> に対する親和力が大きいから Fe を酸化する事なくして氣相に存在し得る CO<sub>2</sub> の量が減少する。從て Si の増加は脱炭速度を遅くし Si 1% 以上に於て甚しい。Mn も

亦同様の作用をするが *Mn* 25% 迄は殆んど影響しない。高 *Si*, 高 *Mn* 銑を非常に低い *C*% 迄脱炭する時は必ず多少とも地鐵が酸化するを免れない。

實際の作業には上記混合ガスに更に高爐ガスを添加して爐内ガスの酸化影響を調整する。混合ガスの割合は  $CO_2$  8.4%,  $CO$  23.0%,  $H_2$  43.2%,  $H_2O$  25.4% で之に依り *C* 1.5%, 直径 1.5mm の粒狀銑を 1,000°C に 1hr 加熱して *C* 0.25% に脱炭する事が出来る。粒狀銑の半径の平方に比例して脱炭が困難に成るから餘り大きい粒は避く可きで、さりとて餘り細かいと使用に困る。普通 10mm を限度とし尙 0.05% *C* 以下の非常な低炭素鋼を造る場合には其の最大粒を 5mm 以下に止めねばならぬ。次表に本法の熱勘定を示す。

生産量	600 kg/hr	廢炭物の取出温度	1,000°C
銑鐵最初の <i>C</i> %	4.2%	廢棄ガス温度	400°C
脱炭後の <i>C</i> %	0.5%	廢棄ガス組成	$CO_2$ 21%, $H_2$ 79%

與へられた熱量:—

$Fe_3C \rightarrow 3Fe + C$	(38 kg <i>C</i> , 290 kcal)	11,000 kcal
$C \rightarrow CO_2$	(38 kg <i>C</i> , 7,830 kcal)	298,000 "
計		309,000 "

持出られた熱量:—

出產物 1,000 kg の熱量 (165 kcal)	165,000 kcal
$CO_2$ の熱量 (400°C, 3.14 mol $\rightarrow$ 4,085 kcal)	12,800 "
$N_2$ の熱量 (400°C, 11.95 mol $\rightarrow$ 2,867 kcal)	34,200 "
計	212,000 "

輻射熱 309,000 ~ 212,000 = 97,000 kcal  
(南波)

### 5) 鐵及鋼の鑄造

鑄鋼の鹽基性平爐法 (Porter, W. F. T. J. Oct. 9, 1939, p. 229) 本文は American Steel Foundry, Granite City Works に於ける鹽基性平爐に依る鑄鋼製造の實作業を述べたもので有る。爐の築造が終ると爐床を準備する。最初薪をたいて其の火焰が直接天井や爐壁に當たらぬ様に徐々に熱を上げ 72hr 以上かけて内面煉瓦が赤熱状態に成る様にする。此の時重油を燃やして此の赤熱状態を更に 48hr 持續させる。其れから燒成マグネサイトと粉碎熔滓とを 3:1 の割合に混合したものを爐床一面に敷被する。燒成マグネサイトは  $SiO_2$  4.40,  $Fe_2O_3$  7.06,  $Al_2O_3$  1.28,  $CaO$  2.64,  $MgO$  84.17, 燃燒減 0.37% のもので有る。其の 1 回の投入量は爐床全體が均等に 1/4in 厚だけ敷かれる様にし其の厚さが 3in に成るまでは 1 回毎に 2.5hr 宛置く。故に 30t 爐の床を作り上げるのに 6hr かゝる。出湯口は直径 6" のパイプで作る。之がすむと粉碎滓を 1 回 1/4" の厚さ宛に 1hr 置きに投入して其の熔けた滓の深さが 2~6" に成た時此の熔融滓を爐壁に出来るだけ高くしゃくり掛けてマグネサイトに吸収させる。之に少くとも 5hr かける。かくて滓を出し去り愈々地金の装入にかゝるのであるが其の前に一度焚方を止めて爐床を急冷させて置く。

装入には銑鐵、鋼屑及熔材を用ひ尙石灰石の代りに *Mn* 銑をも用ふる。標準配合は第 1 表の通りで、装入地金 26t に對し燒石灰 23cut, *Mn* 銑 5cut を使ふ。

燃料にはボーム 5~12° 發熱量 152,000 b.t.u. a 重油を 170~190°F に豫熱して用ふ。之を温度 600~700°F 壓力 55~60 lb の蒸氣でアトマイズする。燃燒速度は装入後 120~130 gall/hr, 熔解後 80~90 gall/hr 有る。重油消費量は装入 t 當り 27.6~23.2 gall 有る。

第 1 表

	<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>S</i>	<i>P</i>
装入	1.75~2.00	1.40~1.50	0.50 以下	0.45 以下	0.065 以下
熔解	0.65~0.75	—	~0.03	—	—
精鍊	0.28	0.70	0.36	0.025	0.032

装入材料には充分量のライムを持たして熔湯の脱酸及び酸化の防止を行はせる。装入中は勿論で有るがライムの浮上り始める迄火焰を全力で燃やす様にする。装入物の炭素量が同一で有れば熔解が速く行はれる程湯の炭素量は高く成る。

熔解が終んでライムが上昇し湯の沸騰が止まると湯を汲取て試験棒を作り *C*% を検定して必要に應じ鐵鑛石を装入する。此の時湯熱は充分高く熔滓はフワフワして居なければならぬ。鑛石を入れると急に沸騰が始まるが次第に止んで *C*% の落ち方が 0.25% *C* に近くなると非常に遅く成る。此の間火焰を弱く通風を低くする。滓はクリーム状に變化する。最初試料をとつた時 *C*, *Mn*, *S* を分析し其れ以後は次々と *C* 及 *Mn* を定量する。出湯の 10min 前に 15%

第 2 表

装入 (午前 8.20)		
銑	鐵	12,000 lbs. 20.0%
自家物		8,500 14.2
鑄鋼屑		6,000 10.0
No. 1 大物		8,500 14.2
No. 2 大物		8,000 13.3
軌條		11,000 18.3
車輪		6,000 10.0
		60,000 100.0

タールコーク	250 lbs
燒石灰	2,600
マンガン銑	600

精鍊			
午後 12:35	鐵	鑛	400 lbs
12:50	鐵	鑛	200 lbs
1:14	15% 珪素	鐵	500 lbs
取鍋中	80% <i>Mn</i>	鐵	244 lbs
湯樋中	50% <i>Si</i>	鐵	540 lbs
湯樋中	タールコークス		20 lbs

熔解時間	4 hr	5 min					
全 "	5 "	2 "					
No.	1	2	3	4	5	最終	
採取時刻	12:30	12:45	1:00	1:08	1:13	—	
熔滓							
$SiO_2$	14.81	17.61	16.88	16.21	15.58	—	
$Al_2O_3$	2.44	2.48	2.16	2.05	2.01	—	
$Fe_2O_3$	3.34	3.51	3.72	4.02	4.40	—	
$FeO$	9.62	13.63	15.44	14.39	15.11	—	
$MnO$	12.54	12.02	11.35	11.28	10.81	—	
$Cr_2O_3$	0.29	0.37	0.40	0.36	0.35	—	
$CaO$	47.93	42.20	40.94	42.36	43.14	—	
$MgO$	6.02	5.57	6.42	6.52	5.77	—	
$P_2O_5$	1.96	1.95	1.94	2.22	2.31	—	
<i>S</i>	0.15	0.19	0.21	0.25	0.28	—	
熔湯							
<i>C</i>	0.60	0.40	0.36	0.28	0.25	0.27	
<i>Si</i>	0.016	0.016	0.006	0.002	0.000	0.40	
<i>Mn</i>	0.34	0.33	0.35	0.34	0.35	0.63	
<i>S</i>	0.035	0.032	0.031	0.029	0.029	0.026	
<i>P</i>	0.012	0.007	0.007	0.007	0.009	0.021	

Si 鐵を爐中に入れ尙出湯の時 80% Mn 鐵を湯樋から入れる。其の量は湯の成分に應じて適當にする。又 Si を調整する爲には 0.72" 大の 50% Si 鐵を湯樋から入れる。出湯開始後取鍋中に湯が 1m の深さ丈入った時 50% Si 鐵及 80% Mn 鐵を湯樋から入れる。出湯温度 1,650~1,660°C, 注入温度 1,532~1,550°C である。第 2 表に裝入より出湯迄の實驗を示した。(南 波)

## 6) 鐵及鋼の加工

剃刀双ストリップの新しい製造方法 (Iron & Steel Vol, XII. No. 13 1939) 最近安全剃刀の刃の生産は非常に増加し、良質な刃片が可なり貿易に使用された。1935 年には、作られた刃の数は普通の剃刀の刃を含めて 42,440,000 打以上、價格に於て 1,400,000 打を越してゐる。この製品の初期の歴史は稍々漠然としてゐるがウェーファ型剃刀刃がアメリカに於て始めて Gillette Company によつて市場化されたらしい。大戦前には、英國では製造する企がほとんどなかつたが 1911 年に早くも Gillette Company は Leicester に工場を設立した。然しこの工場は後に閉鎖されてしまつた。彼等の英國にゐる職員の或者達は Graham Company, Lambert & Co. を同じ町に出達させた。之は 1923 年迄製造を續けたが資本難のため破産し工場は Sheffield の J. Neill & Co., Ltd. に買はれた。之が有名な "Eclipse" 刃の始めである。然し乍らそれは Sheffield に於ける剃刀双生産の始めではない。何故ならば丁度大戦前に既に R.S. Mitchell, Ltd. が刃を造てゐたからである。此の會社の工場は結局 Sheffield の現在の Wafer Razor Co. に買はれた。更に追究するなら J. Watts & Co. Ltd. が Sheffield で生産を始めた第 2 の會社である。Autostrop Safety Razor Co. の Gillette Co. との聯合の上に Gillette Industries, Ltd. の形成によりダレット刃の製作は再び Road 市で 1931 年に行はれた。こゝで 3 年前に現在の工場を開く迄續いた。英國で今日製造してゐる會社は皆 1925 年の創業である。

原料 ウェーファ型剃刀刃の原料は壓延した strip である。鋭利な永續性ある緣と同時に綺麗な商品を生産するには良質な原料を使用する必要がある。出来上り商品の截面は一年一年と冷間壓延工場に更に良い品位を要求する様になり、その改良が今迄かなり行はれた。然し英吉利の冷間壓延會社は刃の製作開始當時以來同じ strip を作てゐて、最近迄何等の關心を示さなかつた。

大陸の會社、特に瑞典ではこの仕事が如何に價值あるものになるかを早くから認識した結果彼等は非常に改良された今日の strip の源泉たる先驅事業に大いに責任を感じたのである。約 2 年前迄は唯瑞典 strip のみが最良の刃に採用されてゐた。然し英國に於ける進歩が非常に速かつたので今や英吉利原料で同質なものを得られる様になつた。

此迄は刃に色々な型の鋼を適用した。初期の製造者は材料に彼等獨特の化學分析をもつてゐたが、今日では主な 2 つの質に狭められた。今日迄最も普通に使用されてゐた鋼は普通炭素鋼で 1.2~1.3% の炭素と Mn 量 0.40% 以下、其他の高炭素鋼の普通性質に必要な他元素を含む。クロム含量 0.2~0.3% は殆んど廣く採用されてゐる含有率であるが之は縁をより鋭く、より永續的にする効果があるが他方硬化する時に一樣に作られる様な働をする。今日では含クロム鋼が廣く普通炭素鋼に取て代つてゐる。

剃刀鋼の製造 始め剃刀鋼は坩堝の中で作られた。此の方法は今尙時々使はれてゐるが大部分材料は小さな酸性 Siemens-Martin

爐か、電氣爐の中で熔かされる。鹽基性爐も又採用されてゐる。完全な棒や板を確實に得るには鋼の熔融鑄造に特別な注意が加へられねばならない。收縮高、凝離等の缺陷は次の作業で完成した strip のコイルの全長を走る様になるかも知れない程に引き伸ばされる。線は肉眼で見分けられない程細いが硬化作業中この小さな空孔に過たガスが strip の表面を缺陷の全長に沿て傷ける原因となる。この鋼の製造に於ては普通の鋼の鎮靜に用ひるアルミニウムは避けねばならない。鋼は適當な鋼滓と平衡に置かれ又爐の條件に適應されねばならない。

高温壓延ミル 材料は先づ高温壓延ミルで strip の形を取る。次に高温の strip は捲かれる。幅は出来上り刃の幅の倍數に少しの剪斷或は擦れ層の加減を加へた定まつたものである。大多數の剃刀の刃は約 7/8" の幅で壓延した strip の製品はその 3 倍か 4 倍に層の爲め 1/8" を加へたものである。4 倍以上より 3 倍の幅の利益は與へられた重量で長い strip を作り得ることで之が次の過程に有利である。大きさに關する限り高温ミルで作られた strip が薄ければ薄い程、strip を必要な大きさにするに要する冷間工場の金のかゝる壓延作業を少なくし得る。然し實際上の困難が高温壓延の適用範圍を制限してゐる。鋼の脱炭作用を高温壓延中妨げ、各 strip は規則正しい厚さが維持されねばならない。總ての冷間壓延機械取扱者は若し高温 strip の厚さが違てゐるなら高炭素質で冷間壓延した strip の一流品を作る事は不可能であることを知てゐる。若し最後の製品に規則正しい厚さが得られるならば、之は strip の或る部分を他よりもひとく壓延することにより得られたもので鋼の組織に不規則性を生ずるのである。如何なる熱處理もかゝる變化を満足に直す事は出来ない。それ故に高温 strip の厚さは冷間ミルを通る前に規則正しく一樣にされねばならない。それと同時に可及的高温 strip は直角な截断面を持たねばならない。若し縁に向て厚さの減少があつたら、之は冷間壓延では取捨する事が出来ない。その結果元の幅から分けられた 3 或は 4 つのものは厚さが違ふ事になる。この理由のため或る剃刀刃作師は冷間壓延工場に夫等が元の strip から取られた位置をコイル上に記す様に要求してゐる。

冷間壓延 此の冷間壓延は普通 17 或は 18 番の高温 strip で始めるが、もつと低い温度で仕事をすれば材料をもつと良く目的の表面が得られるので最良質の strip を得るため或る工場ではやゝ厚い寸法をさへ好む。製作の第一段階は高温の strip を焼鈍することである。この次に、寸法の跡を取り去る様にコイルを酸洗ひする前に、ある壓延の機械的方法が行はれる。酸洗ひの普通の方法が廣く使用されてゐる、即ちコイルを約 5 分間 70~80°C の 5% 硫酸に漬け一方材料即ち酸洗ひされる物を振り動かす。strip の酸化を妨げる爲に酸中に知られた還元剤を使用する事は忠告的である。酸洗ひした後に完全に水で洗て次に沸騰水に滲して必要温度迄上昇させる。この湯浴より取去た後でもその固有熱は早く乾燥させるに充分である。材料は之で冷間壓延の準備が出来たのである。

冷間壓延は 6~7 段階で行はれる、それは硬める前に質的に strip を軟化が必要な程に元に戻すことは不能だからである。數回の作業は又商品に要求される綺麗に磨いた出来上りの基礎を作るに役立つ。一方各冷間壓延作業中コイルの厚さを減らす際に規則正しさを維持する様特別な準備がされ終に最後の 2~3 過程の後には他の總ての炭素鋼 strip と全く同じものでなければならぬ。各連續壓延の間材質はある焼鈍の形で生まされる。それ故良い strip には焼戻は大ならずとも實際の冷間壓延と同等の重要性を持つてゐる。最初に

strip を軟化する間、出来上り品を害する様な何等の變化をも避ける様に厚さが測られねばならない。脱炭は出来るだけ妨げねばならない、而も strip の表面は光澤を保つ様にする。此の事は環境がこの過程の間中性か、細還元性である事を要求する。

何年もの間、鑄鐵孔で詰められた鑄鐵の壺で閉鎖焼鈍する事が一般に認められた方法であつた。今や此の方法の代りに廣く Grünewald の様な特別に設計した壺を使用するか、連続的に光輝焼鈍する様になつた。前者は安く、非常に知られてゐる。それはガスを透さない、自由に閉鎖出来る小孔を持た壺の中の cracked gas の中で材質を熱する様に出来てゐる。焼戻し温度に熱する間孔は開かれてゐるが、冷やす前には空氣が入り酸化するのを妨げるため閉ざされる。之等の新しい方法の目的は更に充分な熱と、一樣な軟化を得ると同時に strip 表面の脱炭と脱色を共に妨げる事にある。更に確かな調節を得るため電氣が熱源として用ひられる。焼鈍温度は  $Ac_1$  點の丁度下で組織中のセメントイトは微細な分散球状態に變へる様な所で、この状態は次の壓延の内最も還元され易い、一番軟い形である。

仕上げの改良 strip を機械的に磨く點で多大の經驗が積まれた。仕上げの基礎が壓延作業の内にある事を認める迄、之と同様な方法が仕上げを改良するに用ひられた。終りの壓延作業の 2~3 過程の間鏡の様に磨いたロールを今日使用し、之で strip の仕上げが行はれる。最後のロール作業中の還元作用は注意深く計畫しなければならぬ。何故ならば残りの strip が機械的硬さのある定まつた範囲内にある事が必要だからである。この目的は剃刀の方が打買かれるとき穴の周圍に何等の傷を残さない様に又打買機械に非常な損傷を起す様な硬さを避けるためである。

剃刀の出来上りは大ききで、'015~'003" 違つてゐる。普通のウェーファ型又は '003"、然し大陸のは '004" の厚さのものが急に一般化され、特にこの向の傾向は我國に於て著しい。

最後に壓延した後目的の幅に切られる。綺麗な縁と正確な幅を得る爲に硬い特殊鋼の截断器で磨ぎ整へる一方、strip を完全に眞直にする事が本質的に必要である。犬の脚の様に彎曲した strip は硬め、焼き戻した後縁の長さの方向に磨かれない様に眞直な事から出た方向の性質は防がねばならない。

結局、strip は又作り師に送られる前に入念に検査され、計られ、油をさされる。この最後の作業は strip を損じない様取扱ひの上に重大な注意が必要である。暖かい濡れ手で取扱ふ人は屢々孔をあける銹の原因となる。夫故若し strip を 1 週或は 2 週間その儘に放置するならば彼の指の跡が明瞭に見られる。そこで手から保護する方法が採用されてゐる。(S. O.)

鍛造物の表面清淨 (John A. Webber, Metal Progress, October, 1939, 485) 表面を綺麗にする普通の方法は、所謂、轉ばし、送風清淨法、酸洗ひ等が最も普通に鍛造物の表面清淨法として用ひられて居る。送風清淨法としては最近遠心力を使用するといふ傾向に向いて居る。この理由は、壓搾空氣を用ひるより動力が少なくてすむ事である。又良く、轉がしと、送風清淨との組合が採用されて居り、砂と彈丸との混合物が早く、安價といふ理由の爲に使用されて居る。

熱處理用鍛造物上の酸化スケールをルーズにする方法に、加熱爐中に四鹽化炭素を造る方法がある。鍛造物 1 匁に對してこの薬品は約 1 クォート (1 quart = 1.136 liter) の消費ですむので清淨費が極めて節約出来る。煉瓦が四鹽化炭素の中に浸されて、熱處理する可き

部分品が所定温度に達した時、爐の中に投げこまれる。この方法は特に、極めて緻密な酸化被膜の出来る高ニッケル鋼に用ひて有効である。

この方法は、餘程通風を良くしないと、四鹽化炭素が爐の中で燃焼して鹽素ガスを生ずる。

數年前、自動車の前車軸の如き、可成大なる平たい面積を有する焼鈍鍛造物の酸化物を除去する爲に、焼入爐に鍛造物を入れる前に鹽化物溶液につけて用ひられた事があるので、相當有效な元素である様に考へらる。

酸化スケールは、焼入加熱に於て容易に動く様になる。

次に、billets 等の酸化物を除去する方法に、酸素アセチレンガスをうけて billet を加熱冷却する事により、酸化物と、本體との膨脹係數の差によつて、酸化物を除去する方法がある。これはペイントするし塗りなどの下地を作るに理想的であると云はれて居る。

(T. T.)

Dry Pickling に就て (de Coriols E. G. Metal Progress, October, 1939, p. 382) 金屬が加熱されて酸化される時、之迄その表面を綺麗にする方法として、酸の這入たバスに之を浸して居た。

この方法は、多くの明らかな理由に依り反對されて居るが之に代る可き適當な方法が得られない爲にのみ今日迄黙認されて居た。酸化を防ぐ唯一の方法として、熱處理加熱中に金屬を酸化から防ぐといふ事がある。最近高熱ガスを鐵の酸化物にあて、鋼の表面から酸化物を除去する新しい方法が發達して居る。この目的の爲に最も容易に得られるガスとしては鹽化水素であつて、このガスは反應温度に於てはガス體となり、固體の酸化鐵の中に這入て、鋼の表面を化學的に綺麗にする。Dry Pickling 法として設計されたこの方法は、實驗室的方法であるが、半工業的方面に漸次進出しつゝある。(T. T.)

## 7) 鐵及鋼の性質並に物理冶金

黒心鑄物の抗張力と焼鈍炭素の大きさとの關係 (Schwartz, A.F.T. Oct. 5, 1939, p. 234) 試験に供した試料は次の 4 種である。

- 950°C に 1 hr 加熱後油焼入し 500°C に約 30 min 焼戻して黒心焼鈍を行ふ。
- 825°C に 1 hr 加熱後油焼入し 500°C に約 30 min 焼戻して黒心焼鈍を行ふ。
- 熱處理を施さず最初から黒心焼鈍を行ふ。
- 銹ダライ粉を充填して 725°C に 26 日間加熱し更に 725°C に 26 日間加熱冷却し又 710°C に 25 日間加熱冷却して後黒心焼鈍を行ふ。

茲に黒心焼鈍とは次のもので有る。5 hr で 815°C に上げ其れより 4 hr で 925°C に上げ、925°C に 46 hr 保持し又 905°C に 4 hr 保持し、22 hr で 680°C に下げ 680~715°C に 26 hr 保持したのである。

焼鈍後全部を直徑 0.505" に仕上げ各種類に付て 4 本宛を試験した。次表に其の結果を示す。表中焼鈍炭素の大きさを 1 mm<sup>3</sup> 中に存在する炭素粒の数を以て表はしてあり又降伏強度とはジョンソン彈性率の謂である。

以上の結果に依れば焼鈍炭素の大きさは抗張力或は降伏強度に殆んど影響しないが伸びは粒が粗大な程遙かに大である。又断面收縮率も同様である。

試料	抗張力 t/in <sup>2</sup>	降伏強度 t/in <sup>2</sup>	伸び%	断面收縮 率 %	焼鈍炭素 粒數/mm <sup>2</sup>
A	24.1	12.9	16.5	14.2	40666
B	24.5	12.2	11.9	9.7	28456
C	23.3	13.5	21.7	19.4	135
D	25.2	16.6	21.3	20.8	30

(南波)

高珪素黒心鑄物の維もみ抵抗力 (Shwartz, A. F. T. J. Sept. 28, 1939, p. 213) 各種の成分を有する試料を 17 種類一緒にして次の如く焼鈍した。常温より 815°C 迄 5hr で加熱し更に 4hr で 925°C に上げ此の温度に 46hr 保持してから 905°C 迄 1hr で下げ更に 680°C まで 22hr で冷却して 680~715°C に 26hr 保持した。

試片は各種類に付て 4 本宛試験した。標準型の 12" ドリルに 220lb の荷重をかけて穿孔速度を讀取り又 1 廻轉に 0.005" の穿孔に於けるトルクを測定した。測定の結果は No. 17 のみが異状な値を示して居る。試験の結果より

$$\text{度變數} = a + bSi + cC$$

として恒數 a, b, c を最小二乗法に依て算出し次の式を得た。式中 Si 及 C は兩成分の % を示す。

$$\text{穿孔 1" に於ける廻轉數} = 257 - 0.49Si - 0.80C$$

$$\text{トルク} = 38.0 - 0.338Si - 0.154C$$

以上の維もみ試験に依れば Si 及 C は何れも黒心鑄物の切削性を良好にすると云ふ結論を得る; 又トルクを小さくする爲には Si が C の 2 倍の効果が有り穿孔 1" に對する廻轉を減ずるには C と Si の効果が略同一である。

(南波)

高温空气中に於ける鋼の酸化に及ぼす含有炭素の影響に就て (Siebert, C. A. Transactions, American Society for Metals, 1939, Volume. 27, p. 752-757) 鋼の酸化に關しては既に Murphy, Wood and Tominy (1), Upthegrove and Murphy (2), 及 Siebert and Upthegrove (3) 等の諸氏に依る文献が出て居る。本實驗は Siebert and Upthegrove (3) に依て爲されると同一の方法を以て行た。試験片は直径 5/8", 長さ 2.5" の圓筒にして表面はエメリー 000 にて仕上げたるものである。使用爐は Globber-type の電氣爐で陶磁管の長さは 40", 直径 2" にしてその一端は熱電偶保護管の挿入及送氣の爲 2 つの孔を穿かれたる耐火材を以て塞がれて居る。この中に試験片を入れ清淨された乾燥空氣を通じつゝ約 1 時間酸化せしめた。使用された試料は第 1 表に示す。

第 1 表 試料化學分析表

試料符號	X	Y	A	E
成分				
C %	0.15	0.18	0.47	0.90
Mn %	0.50	0.62	0.65	0.66
Si "	0.23	0.23	0.19	0.18
S "	0.032	0.023	0.028	0.033
P "	0.025	0.015	0.18	0.20
McQuaid-Ehn 粒度	4-5	7	..	..

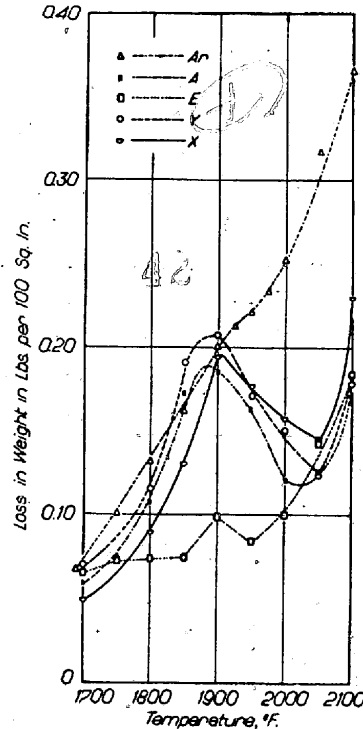
Armco 鐵の分析は行はず

實驗結果 本實驗は鋼の酸化に及ぼす含有炭素の影響に就て行ひ、1,700~2,100°F (900~1,150°C) の範圍に於て得たる諸結果を第 1 圖に纏めた。第 1 圖に於て各種鋼の酸化曲線は或る温度範圍に於て減少して居り之は Upthegrove and Murphy (2) 及 Siebert and Upthegrove (3), (4) に依て行はれた實驗結果と一致して居るが Armco 鐵では斯る變化が無かつた。この酸化曲線の變化は既に前回の報告にて記述したる如く、スケール自身の酸化の程度の異なる

るに因るもので、スケール中の ferric iron の量が増加して酸素の溶解並擴散作用を妨げるに因るものである。

試料 X 及 Y は共に S. A. E. 1,020 でその McQuaid Ehn 粒度を異にするものである。其酸化は共に 1,900°F に於て最大、2,050°F に於て減少の限度に達したが 1,700~1,950°F 下では Y の酸化は X より多く、1,950~2,100°F では X の酸化は Y より多かつた。

第 1 圖



試料 A は S. A. E. 1,045 で、その酸化は 1,875°F で最大、2,025°F で減少の限度に達した。又 1,700~1,900°F に於ける酸化は X より多く Y より少なかつたが 1,900~2,050°F では X 及 Y より少なく 2,050°F 及 2,100°F では A 及 Y は概ね同様で X は A 及 Y より多かつた。

試料 E は S. A. E. 1,090 で其酸化は 1,900°F で最大、1,950°F で減少の限度に達した。

Armco 鐵の酸化は最大最小値共に無くその酸化曲線は温度の上昇と共に連続的に上昇して、1,850°F 及 1,900°F では A 及 Y が Armco 鐵より多かつたが、其他の温度では全試料中 Armco 鐵の酸化が最も多かつた。第 2 表は各温度に於けるスケールの ferrous iron 含有量にして第 1 圖と参照すればスケール中の ferrous iron 含最量大なれば酸化損失も亦大となることが分る。

第 2 表

各温度に於て生成されたスケールの ferrous 含有量

温度	試料				
	AR	A	E	X	Y
1,800°F	..	51.4	29.5	44.1	50.7
1,950	47.7	33.3	12.0	41.1	..
2,000	41.9	..	..	..	..

實驗結果の考察 第 1 圖は

- (1) 酸化曲線に最大、最小點を生ずるは鐵中に炭素が存在するに基くが
- (2) 或一定温度に於ける酸化損失の多少は單に鋼の炭素含有量に因るものではない。

事を示して居る。鋼の酸化に就いては鐵分の酸化のみを考ふ可きではなく、炭素其他の含有成分の酸化をも合せ考ふ可きであるが、今鋼の酸化に對して單に炭素と鐵のみを考ふれば、1lb の酸素に依り酸化さる可き炭素及鐵の量は、

- 炭素 0.75 lb ... CO に酸化された場合
- 炭素 0.38 " ... CO<sub>2</sub> に酸化された場合
- 鐵 3.5 " ... FeO に酸化された場合
- 鐵 2.6 " ... Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に酸化された場合
- 鐵 2.3 " ... Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> に酸化された場合

となる。故に一定温度に於てスケールを通して行はるゝ酸素の擴散



程度が鋼の炭素含有量に關係なきものと假定すれば鋼の酸化の程度は炭素含有量の増加に従ひ、減少する筈である。然るに本實驗結果は一定温度に於て生成されたスケールの性質は鋼の炭素含有量の影響を受け酸素の擴散程度を異にして居る事を示して居る。スケールの性質の相違は第2表に依ても明らかである。

第1圖に於て總ての鋼はその酸化曲線に最大最小點があるが Armco 鐵に之等の諸點が無い。之は鋼の酸化曲線上の變化は鋼中の炭素に因るものなる事を示して居るのである。鋼中の炭素は鋼の酸化中 CO 或は CO<sub>2</sub> として脱炭されるが、スケール膜は連續面を構成して居るから之等の酸素の酸化物は先づスケールに熔け込み次に外方に向て擴散しなければならない。又鐵の酸化は Pheil (5) に依れば酸素がスケールを通して内方に鐵分はスケールを通して外方に擴散することに依て行はれるもので、酸素の内方擴散はスケールを更に酸化し FeO を Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の如きものとなし、鐵分の外方擴散はスケールを低位の酸化に保つ様に働いて酸素の内方擴散に依る酸化作用を相殺する傾向があると言はれて居る。

本實驗に於ける 2,000°F で Armco 鐵に生成されたスケール中には 41.9% の ferrous iron があつたが、S. A. E. 1020 鋼 (3) では同温度に於て 15~20% であつた。故に鋼では酸化中炭素の酸化物がスケールを通して外方に擴散する爲、鐵分の擴散を減少せしめ其れが爲スケールは高度の酸化に達するものと考へる事が出来る。炭素の酸化物はスケール中に熔解するから鐵分のスケールに対する溶解度を減少させ、鐵分の外方擴散を減少させる事は可能である。

然し乍らこの脱炭作用が何故に 1,850°F 以上に於て著しくなるかと言ふ事に就ては現在の所未だ判明して居ない。(S. A.)

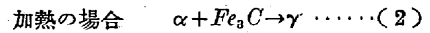
References

1. D. W. Murphy, W. P. Wood and W. E. Jominy, "Scaling of Steel at Elevated Temperatures by Reaction with Gases and the Properties at the Resulting Oxides," Transactions, American Society for Metals, 1932, Vol. 19, p. 193
2. C. Upthegrove and D. W. Murphy, "Scaling of Steel at Heat Treating Temperatures." Transactions, American Society for Metals, 1933, Vol. 21, p. 73
3. C. A. Siebert and C. Upthegrove, "Oxidation of a Low Carbon Steel in the Temperature Range of 1650 to 2100 Degrees Fahrenheit", Transactions, A. S. M. 1935, Vol. 23, p. 187
4. C. A. Siebert and C. Upthegrove, "The Effect of Grain Size on the Oxidation at Low Carbon Steel," Preprint No. 12, 1937, A. S. M.
5. L. B. Pfeil. "The Oxidation of Iron and Steel at High Temperatures." Journal, Iron and Steel Institute, 1929, Vol. 119, p. 501.

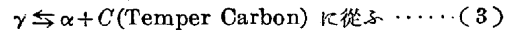
鑄鐵燒鈍に際しての組織變化 (Heinrich Hanemann und Angelica Schrader in Berlin. Archiv für das Eisenhüttenwesen, Juni, 1939. S 603 606) 可鍛鑄鐵は燒鈍されるが、人々は時々灰鈍でもその性質を變へる爲に燒鈍する。

それ故に、鑄鐵を燒鈍する際に起る組織變化を正確に知る事は必要な事と思はれる。これに就ては人々は最も良く Fe-C-Si 三元系から出發する。圖は約 3% C 切斷面で垂直線は Si 約 2% を示す。鑄鐵は Fe-C-Si 三元系として A<sub>1</sub> 點を有するのみならず不安定系 (パーライト範圍) 及び安定系 (黒鉛共析範圍) に於て A<sub>1</sub> 範圍を有

する。黒鉛共析の温度範圍は圖の P<sub>1</sub> と P<sub>2</sub> の間に横はり、パーライト範圍は K<sub>1</sub> K<sub>2</sub> 間にある。(圖省略)

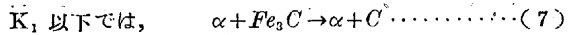
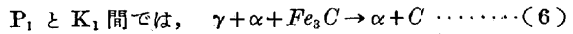
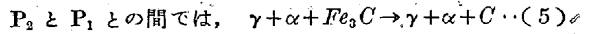
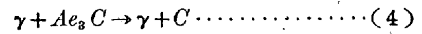


の可逆變化を起す。P<sub>1</sub> と P<sub>2</sub> の可逆作用は



上記の可逆變化を起すと、ともに又一つの不可逆變化を起す即ち不安定系から安定系への變化を踏む。

圖で P<sub>2</sub> 以上の温度に於ては、



上記總ての變化は温度が高ければ高いだけ早く、Si 含有量が多ければ多い程冷却の際安定系への傾向が大となる。P 含有量多ければ磷化鐵共晶附近に於ける組織變化は特に目立て不安定系の方へ變化する。

之等の變化に對する例を顯微鏡組織に依て示した。

燒鈍前 Pearlite, Graphite, Steadite からなる C 3.34%, Si 1.55%, Mn 0.88%, P 0.42%, S 0.077% 組成の鑄鐵を真空中で 725°C (K<sub>1</sub> 以下) 2 時間真空燒鈍水焼入すると、Ferrite Pearlite, Steadite 及び Graphite の組織を有する。Pearlite は Steadite 附近にのみ存在し、Steadite をはなれた場所には Fe<sub>3</sub>C + α → C + α の變化を完結し、Ferrite と Graphite からなつて居る。次に 725°C で 60 時間真空中で燒鈍を行へば上記の變化は完全に終了し、Ferrite, Steadite, Graphite から成つて居る。この際 Steadite は、ピクリン酸ソーダで腐蝕すると多少のセメントタイトが残つて居る。

次に C 3.38%, Si 2.68%, Mn 0.39%, P 0.82%, S 0.10% の如き組成の珪素を多量に含むものを、650°C, 24 時間真空燒鈍すると磷化鐵共晶中の Fe<sub>3</sub>C は分解し黒鉛と地鐵とに變化し磷化物と地鐵、黒鉛から成る。この時應々地鐵中に多數の球狀磷化物を見出す。

次の遠心鑄造による鑄鐵管の白鈍層を 650°C 48 時間真空燒鈍水焼入すると α + Fe<sub>3</sub>C → α + C が完了し、組織は明るい磷化鐵を含む Ferrite の素地に Temper Carbon を含む組織から成る。この場合の組成は、C 3.86%, Si 2.15%, Mn 0.44%, P 0.77%, S 0.10% である。珪素含有量が高い程、變化は早く進む。次に C 3.57%, Si 1.12%, Mn 0.98%, P 0.3%, S 0.016% の如き珪素の少ない、燒鈍前白鈍組織であつたのを、650°C, 72 時間真空燒鈍を行ふと、比較的少ない燒戻炭素が地鐵とセメントタイト中に横はつて居る。この際珪素含有量が多い場合は黒鉛共晶は非常に早い速度で生ずる。

次に C 3.46%, Si 2.67%, Mn 0.52%, P 0.88%, S 0.060% を真空中で 810°C~890°C の各温度で加熱し組織の變化を見ると、810°C 燒鈍のものは、素地は Ferrite でこれに Graphite Steadite から成り、Steadite 附近に少く生じた Martensite があり、γ 鐵中に於て安定共晶の變態が始るつて居る。840°C 即圖で P<sub>1</sub> と P<sub>2</sub> との間で焼入した組織を見ると、素地は明るい Ferrite で、これに Martensite Graphite, Steadite, Mangansulfid, Titankarbid で、オーステナイトの一部が加はつて居り、Steadite はマルテンサイトによつて取圍まれて居り黒鉛は多くの場所に於て地鐵と關係を有して居る。

870°C から焼入したものは、地鉄の周圍にマルテンサイトが成長し、黒鉛の附近に地鉄の部分がある。焼入温度は安定共析の  $Ac_1$  範圍である。890°C 焼入のものは、殆んど全體マルテンサイトが處々に少量の地鉄が黒鉛と燐化鐵共晶からはなれてあり焼入温度は、安定  $Ac_1$  範圍以上である。

次に  $C\ 3.46\%$ ,  $Si\ 2.67\%$ ,  $Mn\ 0.50\%$ ,  $P\ 0.88\%$ ,  $S\ 0.060\%$  鑄鐵を 880°C で真空中で 40 分加熱し、次に種々の温度で、1°C/分 で 850~750°C で焼入した。850°C から焼入したものの組織は素地がマルテンサイトであり、組織の中央に黒鉛の集及び燐化鐵共晶がある。

黒鉛集の中央に於ては、地鉄から晶出した細かい黒鉛がある。焼入温度は安定共析品の  $Ar_1$  範圍にある。

830°C から焼入したものは地鉄の一部が加はつて居り、燐化鐵共晶はマルテンサイトによつて取圍まれて居る。焼入温度は安定共析點の  $A_1$  範圍にある。800°C から焼入した組織を見ると、黒鉛集の中に地鉄が存在して居る。マルテンサイト燐化鐵共晶を取圍いて居る。マルテンサイトの存在するのは、 $C$  及び  $P$  の含有量が、上記

850°C, 830°C から焼入したものと異なる爲である。焼入温度は安定共晶の  $Ar_1$  範圍に存在して居る。

750°C から焼入したものは、地鉄、黒鉛、燐化鐵共晶のみ存在し焼入温度は  $Ar_1$  範圍以下である。

次に  $C\ 3.34\%$ ,  $Si\ 1.55\%$ ,  $Mn\ 0.88\%$ ,  $P\ 0.42\%$ ,  $S\ 0.077\%$  の鑄鐵を 880°C で真空中で 40 分加熱し、1°C/分 冷却し乍ら 700°C で焼入した組織を見ると、地鉄と、黒鉛とが主で、燐化鐵共晶の附近にパーライトが存在して居る。  
(高瀬)

10) 工業經濟及び政策

歐洲大戰と合衆國鐵鋼輸出貿易 ("The Iron Age" Oct. 19, 1939) 歐洲大戰に依て正常の取引に破綻を惹起した結果、必然的に合衆國の鋼材並工作機械の輸出高に影響を及ぼすものとして一般に興味が向けられて居るので参考として先づ第一次大戰の戦前及大戰中の前記輸出貿易情況に就き二三の統計を次に掲げることとする。

第 1 表 仕向國別 銑鐵輸出高 (單位 噸)

仕向國別	1913年	1914年	1915年	1916年	1917年	1918年	1937年	1938年
佛 蘭 西	1,186	503	49	17,244	125,758	8,181	14,229	12,241
英 國	22,576	17,612	40,127	49,191	134,402	73,174	233,218	40,615
加 奈 陀	222,184	125,456	38,550	89,805	137,071	118,287	—	4,759
オーストリア、ハンガリー*	8,101	2,650	—	—	—	—	—	13,825*
伊 太 利	19,694	18,201	36,213	105,855	282,991	41,241	10,003	6,672
獨 逸	—	—	—	—	—	—	20,992	—
濠 洲	—	20,353	6,103	380	230	15	—	—
日 本	1,993	1,445	1,843	3,610	8,478	11,986	409,241	316,280
アルゼンチン	170	1,464	730	462	1,940	99	106	—
ブラジル	775	1,080	170	302	2,427	47	5	1
チ リ	938	1,465	2,285	5,150	7,892	2,179	2,644	1,426
其 他	9,405	11,766	4,524	14,729	133,741	6,682	91,998	37,032
計	287,022	201,995	130,594	286,728	834,930	261,891	782,436	432,851
適當り價格(弗)	14.43	14.16	15.86	20.39	29.67	39.48	24.80	16.48

備考 \* 印ハンガリアのみ。

第 2 表 仕向國別 屑鐵輸出高 (單位 噸)

仕向國別	1913年	1914年	1915年	1916年	1917年	1918年	1937年	1938年
佛 蘭 西	218	—	—	1,229	4,784	—	3,168	3,848
伊 太 利	25,255	21,537	19,636	129,498	187,523	443	381,394	434,717
英 國	1,109	353	292	1,810	1,998	290	845,216	387,347
加 奈 陀	75,467	44,259	8,895	21,484	23,321	1,111	185,566	92,217
日 本	—	96	2	2,044	15,763	—	1,904,768	1,381,801
獨 逸	—	293	—	—	—	—	88,153	230,903
ボ ラ ン ド 及 ヒ	—	—	—	—	—	—	275,337	151,451
其 他	152	2,744	1,005	1,645	5,272	316	408,988	316,307
計	102,201	69,282	29,830	157,710	238,666	2,160	4,048,102	2,998,591
適當り格價(弗)	14.05	12.15	12.04	16.08	20.03	29.46	18.91	15.28

第 3 表 仕向國別鋼塊ブルーム並ピレット輸出高 (單位 噸)

仕向國別	1913年	1914年	1915年	1916年	1917年	1918年	1937年	1938年
佛 蘭 西	—	—	2,588	576,109	829,486	680,248	—	3,157
英 國	152,037	25,280	198,919	240,802	540,965	647,115	70,595	30,771
加 奈 陀	78,543	21,646	16,452	92,597	186,272	247,332	8,080	9,769
伊 太 利	—	—	—	49,984	370,745	209,860	—	—
日 本	110	—	32	554	303	287	204,562	91,461
其 他	38	—	2,425	2,051	7,255	1,347	48,271	24,725
計	230,728	46,926	220,416	962,097	1,935,026	1,786,189	331,508	159,883
適當り價格 (弗)	23.12	22.22	21.85	44.08	70.33	84.30	39.33	36.93

第 4 表 仕向國別金屬作業機械輸出高 (單位 1,000 弗)

仕向國別	1913年	1914年	1915年	1916年	1917年	1918年	1937年	1938年
佛 蘭 西	1,937	1,772	8,696	13,317	29,254	15,350	4,810	5,702
英 國	3,418	3,179	12,296	20,439	16,300	19,297	19,450	15,232
伊 太 利	438	422	511	4,779	8,771	3,251	1,644	1,170
獨 逸	3,175	2,167	122	—	—	—	224	1,128
露 西 亞*	1,090	1,335	2,489	12,333	15,329	9	6,925	34,691
加 奈 陀	2,326	1,199	1,813	6,464	7,780	4,814	7,438	4,968
日 本	120	120	86	437	1,092	4,047	12,125	22,470
濠 洲	406	1,317	282	800	664	403	1,144	1,750
ア ルゼンチン	113	110	26	143	155	128	412	415
ブ ラジ ル	346	116	55	29	55	230	451	572
チ リ	44	85	28	58	427	646	111	215
キ ューバ	125	147	101	152	334	311	107	111
其 他	2,559	2,042	1,658	2,364	4,774	3,135	7,931	11,611
計	16,097	14,011	28,163	61,315	84,935	51,621	62,772	100,035

備 考 \* 印 歐洲及亞細亞を含む。

第 5 表 加 奈 陀 向 鐵 鑛 石 輸 出 高

	1913年	1914年	1915年	1916年	1917年	1918年	1937年	1938年
數 量 (t)	1,221,364	1,004,545	407,026	923,153	1,024,895	1,256,383	1,263,936	491,185
價 格 (弗)	3,684,233	3,401,156	1,277,247	2,790,498	3,282,913	5,535,090	4,036,242	1,951,890
適當り價格 (弗)	3.02	3.39	3.14	3.02	3.20	4.41	3.19	3.97

今次の戦争中合衆國の輸出貿易に變化を來たすでもらうが然し必ずしも前の大戦當時の型通りに行くとは限らないであらう然しながら前大戦中の數字は恐らく將來如何なる動向を辿るかの最上の手掛とならう。以上に掲げた鐵鑛石輸出高(但し加奈陀向のみ)、鋼塊、ブルーム、ピレット、銑鐵、屑鐵及金屬作業機械等の統計には比較の爲 1937 年及 1938 年の數字を掲げて置いた。之等の統計は合衆國商務省の報告に據て編輯したものであつて、範圍は米國の鋼材及機械の大量購入國と南米諸國の或るものに限られて居る。この表に掲

記せざるもので、南米諸國より更に多量に米國製鋼材を購入する國も若干あるが、合衆國の南方諸國に對して、現在興味が向けられてゐるので之等南米諸國の數字を掲げたものである。1913 年より 1917 年に至る數字は會計年度のもので、1918 年、1937 年及 1938 年は暦年のものである。英國はスコットランド及アイルランドを含む。政府の鐵鋼製品分類方法が聊か變化した爲、1937 年及 1938 年の數字は先の大戦中の數字と總べての場合に於て正確に比較し得られない。(K. K.)